

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-359281
 (P 2 0 0 2 - 3 5 9 2 8 1 A)
 (43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
H01L 21/68		H01L 21/68	R 3K034
C23C 14/50		C23C 14/50	E 3K092
16/46		16/46	4K029
H01L 21/205		H01L 21/205	4K030
H05B 3/10		H05B 3/10	C 5F031
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全10頁) 最終頁に続く			

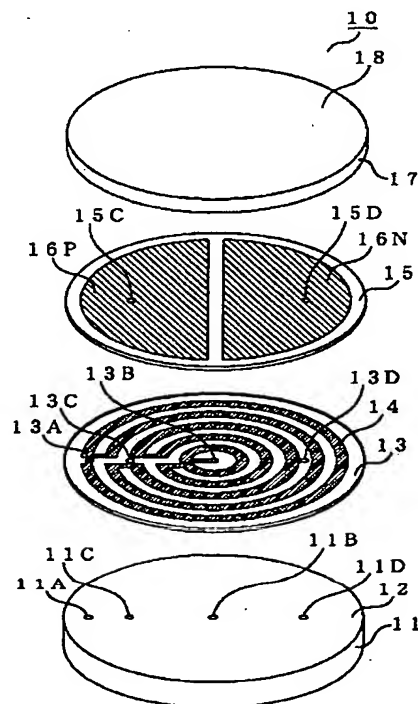
(21) 出願番号	特願2001-166001 (P 2001-166001)	(71) 出願人	000004547 日本特殊陶業株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(22) 出願日	平成13年6月1日 (2001. 6. 1)	(72) 発明者	森田 直年 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日 本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	坂井 茂仁 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日 本特殊陶業株式会社内
		(74) 代理人	100098567 弁理士 加藤 壮祐
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造装置、CVD装置ではウエハを高温にかつ均一に加熱することが求められる。従来のセラミックヒータは板厚の厚いものにヒータを埋設したものをホットプレス法により製造していたので極めて高価であった。

【解決手段】 薄いグリーンシート13、15上にスクリーン印刷法でヒータパターン14や膜状静電吸着パターン16P、16Nを形成し、これを純度の高いセラミック基体11とセラミック吸着面体18で挟み、一体に焼成して厚いセラミックヒータ10を構成する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アルミナ、ムライト、マグネシア、窒化アルミニウム、窒化珪素等からなるセラミックヒータ体と、前記セラミックヒータ体の内部に埋設された抵抗発熱体とを備え、前記セラミックヒータ体の一方の面に被加工物たるウエハを吸着可能な吸着面が形成されていること、を特徴とするセラミックヒータにおいて、前記セラミックヒータ体が、主成分の組成が 9 5 % を越える純度の高い層と、主成分の組成が 9 5 % 以下の純度の比較的低い層との、多層構造からなることを特徴とするセラミックヒータ。

【請求項 2】 前記セラミックヒータ体の吸着面をなす層が、前記純度の高い層からなることを特徴とする請求項 1 記載のセラミックヒータ。

【請求項 3】 前記セラミックヒータ体を構成する各層が、アルミナからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 4】 前記セラミックヒータ体の内部の、前記吸着面の近傍に電圧を印加可能な膜状静電吸着パターンが形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 5】 前記膜状静電吸着パターンが正極と負極との 2 つからなり、正極の膜状静電吸着パターンと負極の膜状静電吸着パターンの面積が異なるように形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のセラミックヒータ。

【請求項 6】 前記抵抗発熱体または前記膜状静電吸着パターンは、前記純度の比較的低い層に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 7】 前記セラミックヒータ体が、板状であり、その厚さが 5 mm 以上 3 0 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 8】 主成分の組成が 9 2 % 以上の純度の高いセラミック粉末を用い、押出し法またはプレス法にて高純度セラミックプレートを形成する工程と、主成分の組成が 9 5 % 以下でバインダを含む純度の比較的低いセラミック粉末を用いセラミックグリーンシートを形成する工程と、

前記グリーンシート上に抵抗発熱体または膜状静電吸着パターンをスクリーン印刷方法にて形成する工程と、前記高純度セラミックプレートと抵抗発熱体または膜状静電吸着パターンが形成された前記グリーンシートとを積層しセラミックペーストにて接着する工程と、積層され接着された前記セラミックプレート及び前記グリーンシートを一体的に焼成する工程と、を備えることを特徴とするセラミックヒータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造装置に

関し、特に、シリコンウエハ等に化学蒸着 (CVD Chemical vapor deposition)、プラズマエッチング、スパッタリング等を施す際にウエハを加熱しながら保持するのに好適なセラミックヒータに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 L S I 等の半導体製造装置では、ウエハを保持するのにクーロン力あるいはジョンソンラーベック効果 (Johnson Rahbeck effect) を用いた静電吸着手段が多く用いられる。この静電吸着手段には、単にウエハを保持する機能のみならず、過酷な環境下でウエハの温度を均一に保持するという機能、チャンパー内を汚染 (コンタミネーション) しない機能、過酷な雰囲気下での使用に耐える機能も求められる。この種のウエハ保持装置、加熱装置として特許第 2 5 2 1 4 7 1 号公報、特開 2 0 0 0 - 3 4 8 8 5 3 号公報、特公平 7 - 5 0 7 3 6 号公報等が開示されている。

【 0 0 0 3 】 上記第 1 の特許公報では、金属ベース板 1 と焼結セラミック板 6 との間に弾性絶縁体 3 を介在させてその弾性変形により、焼結セラミック板 6 に掛かる熱応力を緩和しようとしたものである (公報の第 1 図参照)。

【 0 0 0 4 】 上記第 2 の公開公報では、窒化アルミニウムからなる基体 2 と同じく窒化アルミニウムからなる被覆板 3 との間に、添加剤を含まない炭化珪素からなるヒータエレメント 8 を介在させたものが開示されている (公報の図 1 参照)。同じような熱膨張係数を有する材料を組み合わせることにより熱衝撃を緩和し、耐久性を向上させると共に耐汚染性を向上させようとしたものである。

【 0 0 0 5 】 上記第 3 の公告公報では、被加工物であるウエハと熱膨張率の近似した窒化珪素、窒化アルミニウム、サイロン等からなる基体 2 A と誘電体層 4 A とを主な要素とし、基体 2 A と誘電体層 4 A との間に静電チャッカーの機能を果たす膜状電極 5 A を配置し、基体 2 A 内にタングステン線からなる抵抗発熱体 3 を埋設したものが開示されている (公報の図 3 参照)。基体 2 A および誘電体層 4 A が上記のようなセラミックスからなっているので高温に耐え、5 0 0 ° C にも達する熱 CVD 装置にも使用できるようにしたものである。また、誘電体層 4 A の表面を研磨加工し平面度を上げることによりウエハを吸着したときの密着性を高め、ウエハ全面に亘っての均一な加熱を可能としたものである。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記第 1 の特許公報に記載のものは、温度の変化に応じてシリコンゴムからなる弾性絶縁体膜 3 が伸縮するため、弾性絶縁体膜 3 の寿命が問題になり耐久性に乏しいという問題点がある。また、金属ベース板 1 からウエハ 1 1 までに介在する板 6、5、7、3 の厚さが薄いことから高温には耐えられないものと推定される。

10

20

30

40

50

【0007】また、上記第2の公開公報に記載のものは、製品としては優れた機能を発揮するものの、窒化アルミニウムからなる基体1、被覆板3、炭化珪素からなるヒータエレメント8といった複雑な形状をなすものをホットプレス法により製作しなければならない。このため、コスト高になるという問題点がある。

【0008】さらに、上記第3の公告公報に記載のものは、フランジ部4bを設けたことから製品としてはさらに優れた機能を発揮するものの、タングステンからなる螺旋状の抵抗発熱体3を埋設した窒化珪素からなる基体2A、セラミックス誘電体層4A等をホットプレス法により製作しなければならない。このため、コスト高になるという問題点がある。

【0009】半導体製造装置、なかでもCVD装置に用いられるセラミックヒータにはウエハを均一に加熱する機能が要求される。そのため、セラミックヒータの加熱面の面内温度分布が±5%以下（できれば±1%以下）になるよう抑える必要がある。面内温度分布を小さく抑えるための一つの方法は、セラミックヒータ全体の厚さを厚くして熱容量を大きくし、面内温度分布を均一化することである。上記第2及び第3の公報に記載のものは基体1、2Aの厚さを15mm以上に設定している。

【0010】このように厚いセラミック製品を製造するにはホットプレス法、熱間静水圧プレス法が用いられる。この方法は均一な圧力を加えながら焼成する方法であるので製造装置が大がかりになり、コストアップの大きな要因になる。また、ホットプレス法ではスクリーン印刷法による導電部の形成ができないので、セラミックヒータ体に内蔵される抵抗発熱体や膜状静電吸着パターンのパターンが複雑であると極端にコストアップする。一方、スクリーン印刷が導入可能なシート積層法では5mm以下の厚さのものしか製造できない。

【0011】また、CVD装置に用いられるセラミックヒータは半導体製造装置の寿命の間使い続けられるものではなく、その過酷な雰囲気条件から数ヶ月毎に新品と交換しなければならない消耗品である。このため、この種のセラミックヒータにはコストダウンが特に求められている。

【0012】そこで、本発明は、ウエハを保持すると共にウエハを均一に加熱することのできる安価なセラミックヒータを提供することを目的とする。また、その製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための手段について、例示として図1を参照し説明する。本発明のうち請求項1記載の発明は、アルミナ、ムライト、マグネシア、窒化アルミニウム、窒化珪素等からなるセラミックヒータ体(10)と、前記セラミックヒータ体(10)の内部に埋設された抵抗発熱体14とを備え、前記セラミックヒータ体(10)の一方の面に被加

工物たるウエハを吸着可能な吸着面18が形成されていること、を特徴とするセラミックヒータ10において、前記セラミックヒータ体(10)が、主成分の組成が95%を越える純度の高い層11、17と、主成分の組成が95%以下の純度の比較的低い層13、15との、多層構造からなることを特徴とする。

【0014】このように形成すると、バインダを含み、主成分の組成が95%以下の純度の比較的低い層13、15をセラミックグリーンシートとして形成し、その上に抵抗発熱体等14の機能部分14、16P、16Nをスクリーン印刷法で形成することができる。主成分の組成が95%を越える純度の高い層11、17は押出し法またはプレス法で容易に形成することができる。そして、両者を積層し常圧で焼成することにより機能部分14、16P、16Nを内蔵したセラミックヒータ10を製造することができる。すなわち、スクリーン印刷法を使用できること、常圧で焼成できること、の二つから厚さが厚く、その大部分を純度の高い層からなるセラミックヒータ10を極めて安価に提供することができる。このセラミックヒータ10は厚さが厚いから温度分布が均一化し、加熱面となる吸着面18の面内温度分布を小さく抑えることができる。さらに、純度の高い層11、17が大部分を占めるから、セラミックヒータ10からのチャンバーの汚染(コンタミネーション)を小さく抑えることができる。

【0015】ここで、請求項2記載の発明のように、前記セラミックヒータ体(10)の吸着面18をなす層が、前記純度の高い層17からなることを特徴とすることができる。このように形成すると、ウエハと接触する吸着面18が純度の高いセラミック層17からなるから、純度の低いセラミック層13、15からのシリカ等の付着によるウエハの汚損がなく、コンタミネーションに強いセラミックヒータ10を提供することができる。

【0016】ここで、請求項3記載の発明のように、前記セラミックヒータ体(10)を構成する各層11、13、15、17が、アルミナからなることを特徴とすることができる。このように形成すると、窒化珪素や窒化アルミニウム等の非酸化物系セラミックスで形成する場合に比べて安価にセラミックヒータを提供することができる。また、耐熱性はアルミナで十分である。

【0017】ここで、請求項4記載の発明のように、前記セラミックヒータ体(10)の内部の、前記吸着面18の近傍に電圧を印加可能な膜状静電吸着パターン16P、16Nが形成されていることを特徴とすることができる。このように形成すると、セラミックヒータ10の吸着面18とウエハの面との面同士の吸着力だけではなく、膜状静電吸着パターン16P、16Nに高電圧を印加することにより、吸着面18とウエハとの間にクーロン力による吸引力あるいはジョンソンラーベック効果による吸引力が働き、膜状静電吸着パターン16P、16

Nとウエハとの距離が近いからそれだけ、ウエハをセラミックヒータ10に強く吸着することができる。

【0018】ここで、請求項5記載の発明のように、前記膜状静電吸着パターン16P、16Nが正極と負極との2つからなり、正極の膜状静電吸着パターン16Pと負極の膜状静電吸着パターン16Nの面積が異なるように形成されていることを特徴とすることができる。このように正極16Pと負極16Nとの面積を違えて形成すると、実験的な結果によるのだが、ウエハの吸引力をより強くすることができた。

【0019】ここで、請求項6記載の発明のように、前記抵抗発熱体14または前記膜状静電吸着パターン16P、16Nは、前記純度の比較的低い層13、15に形成されていることを特徴とすることができる。このように形成すると、純度の比較的低い層13、15は主成分だけではなくバインダを含んだ層とすることができる。それ故、抵抗発熱体14または膜状静電吸着パターン16P、16N等の機能的素子をスクリーン印刷方法にて形成することができる。このため、複雑な抵抗発熱体（ヒータパターン）14を持ったセラミックヒータ10を安価に製作できる。

【0020】ここで、請求項7記載の発明のように、前記セラミックヒータ体（10）が、板状であり、その厚さが5mm以上30mm以下であることを特徴とすることができる。板厚が5mm以下であるとセラミックヒータ体の熱容量が不足し、セラミックヒータ10の吸着面18の面内温度分布を小さく抑えることが困難になる。また、板厚が30mm以上になると、積層したものを常圧で焼成する際に中心部のバインダが焼けて外部に抜け出すのが容易ではなくなり、一部のバインダがセラミックヒータ体（10）の中に残存してしまう恐れがある。これは好ましくない。したがって、セラミックヒータ体（10）の板厚は5mm以上30mm以下であることが好ましい。

【0021】ここで、請求項8記載の発明のように、主成分の組成が92%以上の純度の高いセラミック粉末を用い、押出し法またはプレス法にて高純度セラミックプレート11、17を形成する工程と、主成分の組成が95%以下でバインダを含む純度の比較的低いセラミック粉末を用いセラミックグリーンシート13、15を形成する工程と、前記グリーンシート13、15上に抵抗発熱体14または膜状静電吸着パターン16P、16Nをスクリーン印刷方法にて形成する工程と、前記高純度セラミックプレート11、17と抵抗発熱体14または膜状静電吸着パターン16P、16Nが形成された前記グリーンシートとを積層しセラミックペーストにて接着する工程と、積層され接着された前記セラミックプレート11、17及び前記グリーンシート13、15を一体的に焼成する工程と、を備えることを特徴とすることができる。

【0022】この請求項8に記載の方法クレームは、請求項1のクレームを方法の側面から記載したものであり、段落番号【0014】で述べた作用効果と同じ作用効果を奏する。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態について図面を参照し説明する。図1は第1の実施の形態に係るセラミックヒータ10の製造工程を説明する分解斜視図である。セラミックヒータ10は主要要素として、図面下から、セラミック基体11、第1のグリーンシート13、第2のグリーンシート15、セラミック吸着面体17からなる。各部材11、13、15、17は円板形状をなし、その直径は、たとえば8インチのウエハを載置するものでは205mm程度である。板厚は全体で20mm程度の板厚になるように選択される。

【0024】セラミック基体11は高純度のセラミック粉末をプレス成形して作る。たとえば、99.9%以上の高純度のアルミナ粉末をプレス加工して形成する。このとき、端子用に4つのスルーホール11A、11B、11C、11Dを形成しておく。セラミック吸着面体17も同様に高純度のアルミナ粉末をプレス加工して形成する。プレス加工するときの圧力はプレス品11、17の割掛け率がグリーンシート13、15のそれと一致するように調整する。

【0025】グリーンシート13、15は次のようにして作る。まず、アルミナ粉末に、酸化マグネシウムCaOを1wt%（重量比、以下同じ）、酸化珪素（シリカ）SiO₂を4wt%、を混合してボールミルで50～80時間湿式粉碎した後、脱水乾燥する。この粉末に、メタクリル酸イソブチルエステルを3wt%、ブチルエステルを3wt%、ニトロセルロースを1wt%、ジオクチルフタレート0.5wt%を加え、さらに、溶剤として、トリクロロールエチレン、n-ブタノールを加えてボールミルで混合し流動性のあるスラリーとする。

（以下、このスラリーをアルミナスラリーと呼ぶ）。このアルミナスラリーを減圧脱泡後、平板状に流し出して徐冷し、溶剤を発散させて厚さ0.8mmのアルミナグリーンシートを形成する。アルミナグリーンシートには絶縁抵抗を下げる目的で、モリブデンMo、チタンTi等の金属粉末を添加することがある。

【0026】グリーンシート上に印刷するメタライズインクは、上記アルミナスラリーを作るのと同様の方法により、タングステン（W）粉末を混ぜてスラリー状としメタライズインクとする。厚さ0.8mmの第1のグリーンシート13の上に通常のスクリーン印刷法を用いて渦巻き形状をしたヒータパターン（抵抗発熱体）14を形成する。その上に厚さ0.8mmの第2のグリーンシート15を載置する。第2のグリーンシート15の上に通常のスクリーン印刷法を用いて2つの膜状静電吸着パターン16P、16Nを形成する。さらに、その上に図

示しない厚さ0.8mmの第3のグリーンシートを載せ、熱圧着して一枚のシートとする。このとき、各スルーホール13A、13B、13C、13D、15C、15Dにメタライズインクを充填しておく。熱圧着したシートはマシニング等の機械加工により直径205mmの円板形状にする。

【0027】この熱圧着した薄いシート13、15をセラミック基体11およびセラミック吸着面体17で挟み接着して一体にする。すなわち、セラミック基体11の上面に前記アルミナスラリーを塗布しペースト面12を作り、熱圧着したシート13、15を接着する。シート13、15の上面にもアルミナスラリーを塗布し、セラミック吸着面体17を接着する。また、各スルーホール11A、11B、11C、11Dにメタライズインクを充填しておく。次に、この接合したものを、水素ガス等の還元雰囲気にて1400~1600°Cにて一体焼成する。そして、焼成したもののセラミック吸着面体17の表面を、研磨し平面度が30ミクロン以下（好ましくは10ミクロン以下）の平面となるようにしてウエハの吸着面18とする。

【0028】図2はこのようにして形成されたセラミックヒータ10を下から見た斜視図である。スルーホール11A、11B、11C、11Dに充填されたメタライズインクが焼成してできた端子部分にニッケルメッキを施し、さらにニッケルピンをロウ付けして端子11A'、11B'、11C'、11D'とする。端子11A'、11B'は、それぞれスルーホール11A、13A及びスルーホール11B、13Bを経由してヒータパターン14の外側端及び中心端に接続される。端子11C'、11D'は、それぞれスルーホール11C、13C及びスルーホール11D、13Dを経由して膜状静電吸着パターン16Pまたは16Nにそれぞれ電氣的に接続される。

【0029】このようにして形成されたセラミックヒータ10の本体部分を占めるセラミック本体は、アルミナの組成が99.9%を占める純度の高い層（セラミック基体11、セラミック吸着面体17）と、アルミナの組成が92%程度の純度の比較的低い層（第1、第2のグリーンシート13、15、第3のグリーンシート）との多層構造をなす。純度の低い層の厚さは2.4mm程度であり、純度の高い層の厚さは合わせて15mmを超える。

【0030】以上の構成に基づき、作動について説明する。端子11A'、11B'に電圧を印加すると渦巻き形状のヒータパターン14に電流が流れ、セラミックヒータ10のセラミックヒータ体が加熱され、たとえば吸着面18が500°Cに加熱される。また、端子11C'、11D'に高電圧を、たとえば、端子11C'には+1kVを、端子11D'には-1kVを印加することにより、端子11C'の電圧はスルーホール13C、

15Cを経由して膜状静電吸着パターン16Pに+1kVが印加され、端子11D'の電圧はスルーホール13D、15Dを経由して膜状静電吸着パターン16Nに-1kVが印加される。被加工物であるシリコンウエハはセラミックヒータ10の吸着面18の上に載置され吸着される。このとき、吸着面18の近傍にある膜状静電吸着パターン16P、16Nに高電圧が印加されるから誘電体であるシリコンウエハにも電荷が誘起され、クーロン力によりシリコンウエハは吸着面18に吸引される。

【0031】本実施の形態の利点について説明する。セラミックヒータ体（10）の厚さが15mm以上と厚いので吸着面18の温度分布が均一化し、ウエハを吸着する吸着面18の面内温度分布を小さく抑えることができる。また、セラミック純度の高い層11、17がセラミックヒータ10の表面積の大部分を占めるから、セラミックヒータ10からのコンタミネーションを小さく抑えることができる。さらに、吸着面18を構成する層であるセラミック吸着面体17の純度が高いので、吸着面18に接触するシリコンウエハがシリカ等の付着により汚損されることが無く、コンタミネーションに強い。さらに、セラミックヒータ体（10）を構成する各層11、13、15、17がアルミナで構成されているから、十分耐熱性のあるセラミックヒータ10を安価に提供することができる。

【0032】本実施の形態では、膜状静電吸着パターン16P、16Nの正極16Pと負極16Nとの面積が同じ程度になるようにしたが、正極の膜状静電吸着パターン16Pと負極の膜状静電吸着パターン16Nの面積を大きく異ならせるようにしても良い。この様にすると、実験的にではあるが、シリコンウエハの吸着力をより強くすることができた。

【0033】本実施の形態ではセラミックとしてアルミナを用いたが、この他の種々のセラミック、たとえば、マグネシア、ムライト等を用いてもよい。

【0034】図3は第2の実施の形態に係るセラミックヒータ20の製造工程を説明する分解斜視図である。図1で説明したセラミックヒータ10と異なるのは、抵抗発熱体となるヒータパターンが一層ではなく三層に形成されている点である。図1と同じ部材には同じ符号を付して理解を容易にした。セラミックヒータ20は主要素として、図面下から、セラミック基体11、第1のヒータパターン22用の第1のグリーンシート21、第2のヒータパターン24用の第2のグリーンシート23、第3のヒータパターン26用の第3のグリーンシート25、吸着パターン16P、16N用の第4のグリーンシート15、セラミック吸着面体17からなる。

【0035】セラミック基体11とセラミック吸着面体17は高純度のアルミナ粉末をプレス成形して作るとは段落番号【0024】で説明したのと同じである。第1乃至第4のグリーンシート21、23、25、15を

作する方法は段落番号〔0025〕で述べたのと同じである。グリーンシート21、23、25、15上にそれぞれヒータパターン22、23、25や膜状静電吸着パターン16P、16Nを形成し熱圧着することや、熱圧着したシートをセラミック基体11とセラミック吸着面体17で挟みアルミナスラリーで接着して一体に焼成することは段落番号〔0026〕、〔0027〕に記載した内容と同じである。

【0036】第1、第2、第3のグリーンシート21、23、25上にはそれぞれ異なった形状のヒータパターン22、24、26がタングステン(W)メタライズインクによるスクリーン印刷法により形成される。各ヒータパターン22、24、26は異なった模様を描くものの、グリーンシートの外側端にあるスルーホール21A、23A、25Aから始まって中心にあるスルーホール21B、23B、25Bに至る一筆書きのパターンを形成している。外側端にあるスルーホール21A、23A、25Aはセラミック基体11の外側のスルーホール11Aに、中心のスルーホール21B、23B、25Bはセラミック基体11の中心のスルーホール11Bに、それぞれメタライズインクを充填されることにより接続されるから、上記3つのヒータパターン22、24、26は電気的に並列に接続されることになる。

【0037】また、3つのグリーンシート21、23、25の層の上の各ヒータパターン22、24、26は、出発点と終点との近傍を除き、吸着面18の上から見て重ならないように形成されている。図4は吸着面18の上から透視して各ヒータパターン22、24、26を見た状態を示す仮想的な平面図である。ヒータパターン22、24、26にはそれぞれ異なったハッチングを施して識別できるようにしているが、それでもヒータパターンが見つらいので容赦されたい。セラミック基体11の外縁付近にあるスルーホール11Aから出発するヒータパターンは、最外周のヒータパターン26(第3のグリーンシート25上)と、その内側のヒータパターン24(第2のグリーンシート23上)と、最内周のヒータパターン22(第1のグリーンシート上)との3つのヒータパターンに分岐する。各ヒータパターン22、24、26は、図3に示すように、独自の螺旋模様を描いてセラミック基体11の中心付近に集まる。中心付近に集まった各ヒータパターン22、24、26は中心のスルーホール11Bで一つになる。スルーホール11C、11Dは膜状静電吸着パターン16P、16Nに接続するためのものである。

【0038】ここでは、3つのヒータパターン22、24、26が電気的に並列に接続されていることと、3つのヒータパターン22、24、26により吸着面18の全面積が殆ど覆われていることに注意されたい。

【0039】本実施の形態の利点について説明する。3層のヒータ層(グリーンシート21、23、25)のヒ

ータパターン22、24、26が電気的に並列に接続されているから、各ヒータパターン22、24、26の発熱が平準化し、一部のヒータパターンのみが過熱することがない。これは、ヒータパターンを構成するタングステン(W)メタライズが正の温度抵抗係数を有するため、もし仮に直列に接続したとすると、一部のヒータパターンの温度が上昇すると温度の上昇に比例して抵抗値Rが上昇し、発熱量は $I^2 R$ に比例するからさらに発熱量が上昇して、一部のヒータパターンのみが過熱することになる。本実施の形態ではヒータパターンが並列に接続されているから、この様なことは起こり得ない。一部のヒータパターンの温度が上昇すると温度の上昇に比例して抵抗値Rが上昇し、そのヒータパターンを流れる電流が減少するため発熱量が低下する。このため各ヒータパターン22、24、26の発熱量が平準化し、結果として、吸着面18の温度分布が均一化することになる。

【0040】さらに、3つのヒータパターン22、24、26により吸着面18の全面積が殆ど覆われているから、吸着面18の直下にヒータパターンが必ずあることになり、吸着面18の温度分布の均一化がさらに容易になることになる。

【0041】考えとしては、一つのヒータパターンで吸着面18の直下を全て覆うパターンを考えられないわけではないが、スクリーン印刷でメタライズされたヒータパターンをグリーンシートの面積の1/3以上の面積に作成することは技術的な困難を伴う。したがって、本実施の形態のようにヒータパターンを3分割し、それぞれ異なったグリーンシート上にヒータパターンを形成するのが実用的に優れている。

【0042】また、本実施の形態は、図3に示すように、膜状静電吸着パターン16P、16Nを備えているから、段落番号〔0030〕で述べたように、両パターン16P、16Nに高電圧を印加することにより、吸着面18に載置したシリコンウエハを吸引することができる。さらに、各グリーンシート21、23、25、15がアルミナで構成されているから、十分耐熱性のあるセラミックヒータ20を安価に提供することができる。

【0043】図5は第3の実施の形態に係るセラミックヒータ30を示す断面図であり、図6は図5のX方向矢視図(平面図)である。このセラミックヒータ30は、図1で示したセラミックヒータ体(セラミックヒータ)10を円筒形状の支持体32で支承一体化したものである。セラミックヒータ体10は図1で説明したように内部にヒータパターン(抵抗発熱体)14及び膜状静電吸着パターン16P、16Nを備えている。円板形状のセラミックヒータ体10の上には熱伝導度の高い窒化アルミニウムからなるセラミック板33が密着して設置される。円板形状のセラミックヒータ体10はその周縁を円筒形状の支持体32のつば部32Aに支承されている。円筒形状の支持体32はアルミナセラミックにより

構成されている。支持体 32 は、その底部を半導体製造装置の取り付け部 31 に固定される。セラミックヒータ 30 はその周りを半導体製造装置の筐体 51 で囲われ高真空のチェンバー 50 を構成する、セラミックヒータ体 10 の下方で支持体 32 の円筒部に囲まれた空間は空気断熱層 40 を構成している。

【0044】図 6 はセラミックヒータ 30 の平面図である。支持体 32 には内周方向に突出した位置決め用のノッチ 35 が一体に形成され、セラミックヒータ体 10 及びセラミック板 33 にはノッチ 35 に対応した凹部が形成され、支持体 32 に対するセラミックヒータ体 10 及びセラミック板 33 の位置決めを正確に行うようにされている。

【0045】このような支持体 32 とセラミックヒータ体 10 とが一体となったセラミックヒータ 30 を製造するには 2 つの方法がある。第 1 の方法は焼成前のセラミックヒータ体 10 と支持体 32 とをセラミックスラリーで接合し、一体に焼成してしまう方法である。第 2 の方法は支持体 32 とセラミックヒータ体 10 とをそれぞれ別個に焼成し、焼成したものをそれぞれ研磨して寸法精

度を確保して組み合わせる方法である。

【0046】第 1 の方法について説明する。セラミックヒータ体 10 の中間品は段落番号【0024】、【0025】、【0026】で述べたようにして製作する。また、支持体 32 は、アルミナ粉末に、酸化マグネシウム CaO を 1 wt % (重量比、以下同じ)、酸化珪素 (シリカ) SiO_2 を 4 wt %、を混合してボールミルで 50 ~ 80 時間湿式粉砕した後、脱水乾燥する。この粉末をプレス加工により円筒形状に成形する。つぎに、段落番号【0025】で述べたアルミナスラリーを、セラミックヒータ体 10 (シート形成品) と支持体 32 (プレス成形品) との間に塗布し、接着する。そして、接着したものを還元雰囲気にて、1400 ~ 1600 °C にて一体に焼成する。焼成したものは、セラミックヒータ体 10 の吸着面 18 の平面度が 30 ミクロン以下となるように研磨する。次に、スルーホール 11A, 11B, 11C, 11D に充填されたメタライズインクが焼成してできた端子部分にニッケルメッキを施し、さらにニッケルピンをロウ付けして端子 11A', 11B', 11C', 11D' とする。最後に、シリコンウエハの載置面の温度分布が均一になるように、図 5 に示すように、窒化アルミニウムからなるセラミック板 33 を載置する。

【0047】第 2 の方法について説明する。セラミックヒータ体 10 は段落番号【0024】、【0025】、【0026】【0027】で述べたようにして焼成して製作する。そして、焼成したセラミックヒータ体 10 の外筒研磨を行い、外形寸法精度を確保する。また、そのとき、位置決め用のノッチ 35 に嵌合する凹部も研磨により設ける。支持体 32 は、段落番号【0046】で述

べたようにして円筒形状のプレス成形品を作る。この円筒形状のプレス成形品を大気中にて焼成し、円筒形状のセラミック成形品を得る。この焼成したセラミック成形体の、セラミックヒータ体 10 が載置される部分 (つば部 32A 近傍) の内筒研磨を行い、内径寸法精度を確保する。また、そのとき、位置決め用のノッチ 35 の凸部も研磨により設ける。そして、位置決め用のノッチ 35 の凹凸を合わせて、セラミックヒータ体 10 と支持体 32 を一体に組み込む。

【0048】セラミックヒータ体 10 の吸着面 18 の温度分布の均一さを確保する目的で、熱伝導度の高い窒化アルミニウムからなるセラミック板 33 をセラミックヒータ体 10 の上面または下面に載置する。このとき、窒化アルミニウムからなるセラミック板 33 にもセラミックヒータ体 10 と同様に位置決め用のノッチ 35 と係合する凹部を研磨により設けておく。また、温度分布をさらに均一にする目的で、セラミックヒータ体 10 の吸着面 18 とセラミック板 33 の接触面は、研磨して平面度を向上させ接触率を上げることが好ましい。

【0049】上記の例では円筒形状の支持体 32 をアルミナのプレス成形品で構成したが、支持体の本体を金属で作成し、その金属体の上にアルミナ等のセラミックを溶射して表面を絶縁物としたものにしても良い。

【0050】本実施の形態の利点について説明する。円筒形状の支持体 32 によりセラミックヒータ体 10 が支持されているから、高温になるセラミックヒータ体 10 の吸着面 18 から低温の装置の取り付け部 31 までの距離を稼ぐことができ、セラミックヒータ体 10 の厚さ方向の温度勾配を緩和することができる。このため熱膨張差による熱応力を大幅に緩和することができ、セラミックヒータ 30 の信頼性が大幅に向上した。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を説明する分解斜視図である。

【図 2】第 1 の実施の形態に係るセラミックヒータを下から見た斜視図である。

【図 3】第 2 の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を説明する分解斜視図である。

【図 4】吸着面の上から透視して各ヒータパターンを見た状態を示す仮想的な平面図である。

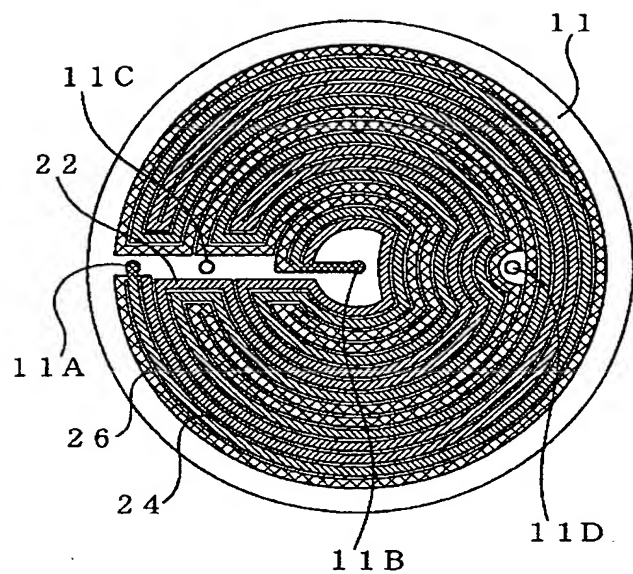
【図 5】第 3 の実施の形態に係るセラミックヒータを示す断面図である。

【図 6】図 5 の X 方向矢視図であり平面図である。

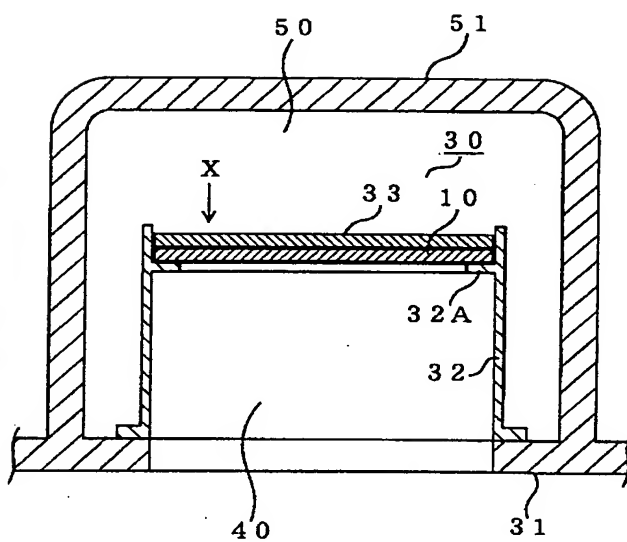
【符号の説明】

- 10 セラミックヒータ (セラミックヒータ体)
- 11 セラミック基体
- 13 第 1 のグリーンシート
- 14 ヒータパターン (抵抗発熱体)
- 15 第 2 のグリーンシート
- 16 P、16 N 膜状静電吸着パターン

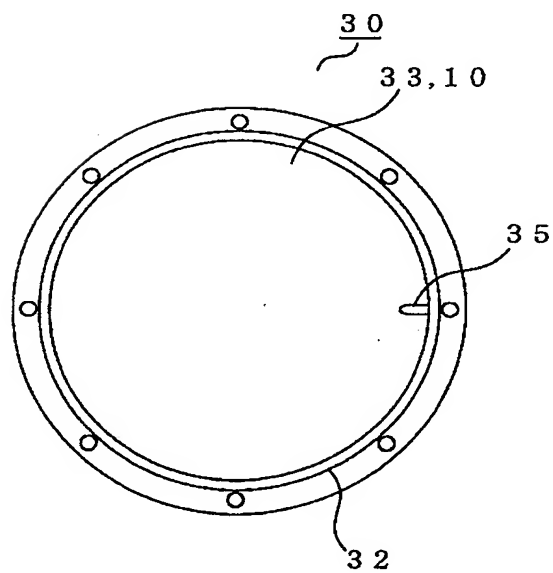
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H05B 3/18
3/20
3/74

識別記号

393

FI

H05B 3/18
3/20
3/74

テマコード (参考)

5F045

393

F ターム(参考) 3K034 AA10 AA16 AA21 AA34 BA06
BA14 BB06 BB14 BC16 BC23
BC29 CA14 CA22 HA10 JA02
JA10
3K092 PP20 QA04 QA05 QB02 QB32
QB43 QB48 QB76 RF03 RF17
RF27 SS18 SS24 SS26 VV22
VV35
4K029 AA06 AA24 BD01 DA08 JA05
4K030 CA04 CA12 GA02 KA24 KA46
5F031 CA02 HA02 HA03 HA16 HA37
MA29 PA11 PA30
5F045 BB09 BB14 EK09 EK22 EM09

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-359281

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
C23C 14/50
C23C 16/46
H01L 21/205
H05B 3/10
H05B 3/18
H05B 3/20
H05B 3/74

(21)Application number : 2001-166001

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 01.06.2001

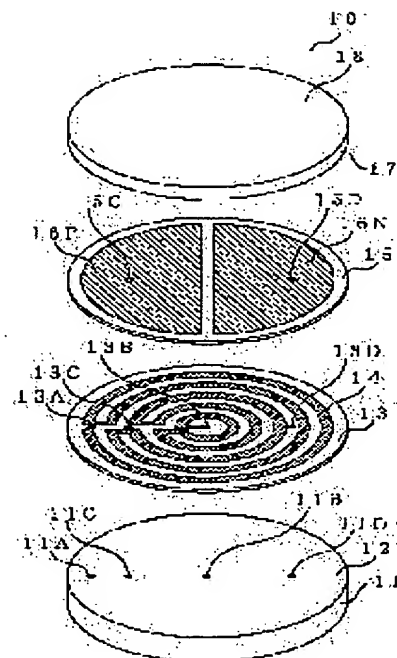
(72)Inventor : MORITA NAOTOSHI
SAKAI SHIGEHITO

(54) CERAMIC HEATER AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive ceramic heater which can hold a wafer and uniformly heat the wafer.

SOLUTION: On thin green sheets 13 and 15, a heater pattern 14 and filmy electrostatic attraction patterns 16P and 16N are formed by screen printing method, and sandwiched between a ceramic base body 11 of high purity and a ceramic suction surface body 18 and then baked in one body for constituting a thick ceramic heater 10.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)